

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. Juni 2003 (05.06.2003)

PCT

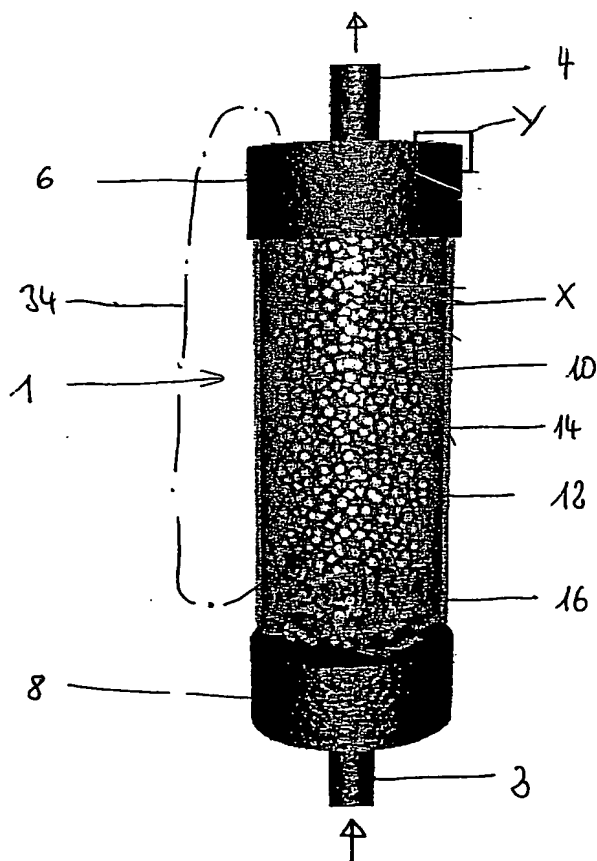
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/045848 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C02F (72) Erfinder; und  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04295 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): UPHOFF, Christian  
[DE/DE]; Kampenwandstrasse 100, 83229 Aschau i.  
Chmg. (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 22. November 2002 (22.11.2002)  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 10157191.7 23. November 2001 (23.11.2001) DE  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): GEORG FRITZMEIER GMBH & CO. [DE/DE];  
Forststrasse 2, 85655 Grosshelfendorf (DE).  
(74) Anwalt: WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER  
RÖSS KAISER POLTE KAISER POLTE-PARTNER-  
SCHAFT-; Bavariaring 10, 80336 München (DE).  
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,  
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,  
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,  
MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MICROBIOLOGICAL ENERGY SOURCE FOR OPERATING A CONSUMER

(54) Bezeichnung: MIKROBIOLOGISCHE ENERGIEQUELLE ZUM ANTRIEB EINES VERBRAUCHERS



(57) Abstract: The invention relates to a microbiological energy source for operating an electrical or mechanical consumer. According to the invention, at least one piezoceramic filler agent, or a filler agent that acts in a similar manner, is housed in a bioreactor. Waste water flows through said bioreactor and the latter contains a mixture of microorganisms, which form a positive and a negative pole of the energy source as a result of the microbiological degradation of the organic matter contained in the waste water against the bioreactor.

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist eine mikrobiologische Energiequelle zum Antrieb eines elektrischen oder mechanischen Verbrauchers, wobei in einem Bioreaktor zumindest ein piezokeramisch oder ähnlich wirkender Füllkörper aufgenommen ist. Dieser Bioreaktor wird mit Abwasser durchströmt, und enthält eine Mischung von Mikroorganismen, die aufgrund des mikrobiologischen Abbaus von im Abwasser enthaltener Organik am Bioreaktor einen Plus- und einen Minuspol der Energiequelle bilden.

BEST AVAILABLE COPY



SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Beschreibung

### Mikrobiologische Energiequelle zum Antrieb eines Verbrauchers

Die Erfindung betrifft eine mikrobiologische Energiequelle zum Antrieb eines Verbrauchers, beispielsweise eines Elektromotors.

Auf dem Gebiet der Abwasserreinigung ist man bereits seit langer Zeit bemüht, die biologischen Vorgänge der Selbstreinigung in Gewässern unter natürlichen Bedingungen in zeitlich und räumlich begrenzte Reaktionen innerhalb von Abwasseraufbereitungsanlagen umzusetzen, so dass der Reinigungsprozess wesentlich schneller als auf natürlichem Wege und mit einem möglichst geringen Reaktorvolumen ablaufen kann. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Verwendung und Konzentration der Mikroorganismen, die zum Abbau und zum Aufschluss der unerwünschten Bestandteile des Abwassers verwendet werden.

In der Patentanmeldung DE 100 62 812 der Anmelderin wird eine mikrobiotische Mischkultur zur Behandlung von verunreinigtem Abwasser vorgeschlagen, bei der ein Anteil an photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen und ein Anteil an Leuchtbakterien enthalten ist. Problematisch bei dieser bereits erfolgreich eingesetzten Mischkultur ist, dass ein gewisser Mindestanteil an Leuchtbakterien vorhanden sein muss, um das in dieser Anmeldung beschriebene Wechselspiel zwischen photosynthetisch

arbeitenden Mikroorganismen und den Leuchtbakterien einzuleiten. Zur Verbesserung des Wachstums der Mikroorganismen wird in der weiteren nachveröffentlichten Patentanmeldung DE 101 18 839 vorgeschlagen, die für die Reinigung von beladenem Abwasser vorgesehenen Mikroorganismen in einem Bioreaktor mit hochfrequenten Schwingungen zu beaufschlagen. Diese Schwingungen liegen im Ultraschallbereich und es konnte festgestellt werden, dass auch bei Frequenzen im Bereich von 40 kHz eine Wachstumsstimulation von den Bioreaktor durchströmenden Mikroorganismen festzustellen ist. Bei der bekannten Lösung wird als Bioreaktor eine Füllkörperschüttung verwendet, wobei die Schüttung aus permanentmagnetischen und piezoelektrischen Füllkörpern besteht, die vorzugsweise aus Keramikmaterialien hergestellt sind.

Insbesondere in der Abwasseraufbereitungstechnik ist man bemüht, die bei der Abwasserreinigung anfallenden Produkte energetisch umzusetzen, um den Energiebedarf der Gesamtanlage minimal zu halten. So wird beispielsweise das bei der mikrobiologischen Umsetzung der bei der Abwasserreinigung anfallenden Feststoffe entstehende Biogas genutzt, um energieintensive Prozesse, beispielsweise eine Verbrennung energetisch unterstützen, so dass möglichst wenig Fremdenergie zugeführt werden muss.

Dem gegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, bei der biologischen Abwasser oder Abfallaufbereitung Wechselwirkungen zwischen den abzubauenen oder umzusetzenden Produkt und den Mikroorganismen energetisch auszunutzen.

Diese Erfindung wird durch eine mikrobiologische Energiequelle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß hat die Energiequelle einen Bioreaktor, der mit zumindest einem piezoelektrisch oder ähnlich wirkenden Füllkörper versehen ist und der eine Mischung aus anionischen und kationischen Mikroorganismen enthält, die beim Durchströmen des Bioreaktors und des daraus resultierenden mikrobiologischen Abbau am Füllkörper einen elektrischen Plus- und Minuspol bilden, an denen Strom zum Betrieb des elektrischen Verbrauchers abgreifbar ist. Dieser elektrische Verbraucher kann beispielsweise ein Antrieb für ein bei der Abwasseraufbereitung benötigtes Arbeitsgerät sein.

Unter anionischen und kationischen Mikroorganismen versteht man dabei Mikroorganismen die sich aufgrund physikochemischer Reaktionen während des Stoffwechsels sich in bevorzugten Potenzialbereichen aufhalten und sich somit im Bereich von Minus- bzw. Pluspolen ansammeln. Die über dem Füllkörper entstehende Spannung kann dann zum Antrieb eines elektrischen Verbrauchers ausgenutzt werden.

Erfindungsgemäß wird es bevorzugt, wenn im Bioreaktor eine Füllkörper-Schüttung aufgenommen ist, wobei sich an den Füllkörpern jeweils ein Plus- und ein Minuspol durch entsprechende Orientierung der Mikroorganismen ausbildet und sich diese einzelnen "Dipole" dann so ausrichten, dass über dem Bioreaktor ein gerichtetes Magnetfeld entsteht.

Bei einer besonders vorteilhaften Variante wird jeder der einen "Dipol" ausbildenden Füllkörper kugelförmig ausgebildet und mit einer keramischen Beschichtung versehen, die an zwei gegenüberliegenden Polen unterbrochen ist. Bei dieser Variante wird es bevorzugt, wenn die Beschichtung aus Titanoxid besteht. Zusätzlich

zu der "Dipole" bildenden Schüttung kann im Bioreaktor noch eine Schüttung aus Permanentmagneten vorgesehen werden. Diese Permanentmagneten erzeugen ein Magnetfeld, das bestimmte Mikroorganismen wie beispielsweise Einzeller, Geiseltierchen etc. zum Wachstum anregt und somit die biologische Umsetzung verbessert.

Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel werden diese Permanentmagneten zylinderförmig ausgebildet, so dass die Turbulenz des in den Bioreaktor einströmenden Mediums, beispielsweise des mit Organik beladenen Abwassers verbessert wird.

Die einen "Dipol" bildenden Füllkörper und die permanentmagnetischen Füllkörper sind vorzugsweise nicht als feste Schüttung im Bioreaktor ausgenommen, sondern die Packung ist derart ausgeführt, dass die einzelnen Füllkörper relativ zueinander bewegbar sind. Es wird vermutet, dass durch diese Relativbeweglichkeit der Füllkörper eine Ausrichtung der "Dipole" ermöglicht wird.

Der Wirkungsgrad der mikrobiologischen Energiequelle lässt sich weiter erhöhen, wenn der mikrobiologischen Mischung wasserstoffproduzierende Mikroorganismen, beispielsweise Bakterien zugemischt werden, so dass bei dem biologischen Abbau bzw. der Umsetzung der Organik Wasserstoff entsteht, der aus dem Reaktor abgeführt und energetisch genutzt werden kann. Dabei wird es bevorzugt, wenn der Wasserstoff über eine Membran führbar ist, die einen Wandungsabschnitt des Bioreaktors ausbildet.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ansicht eines erfindungsgemäßen Bioreaktors zur Ausbildung einer mikrobiologischen Energiequelle;

Figur 2 einen Füllkörper des Bioreaktors aus Figur 1 und Figur 3 einen Schnitt eines Kopfteils des Bioreaktors aus Figur 1.

Figur 1 zeigt einen Bioreaktor 1, der von mit Organik beladenem Abwasser durchströmt wird. Dieses tritt über einen Zulauf 2 in den als etwa zylinderförmige Kolonne ausgebildeten Bioraktor 1 und verlässt diesen über einen zentralen Ablauf 4. Der Bioreaktor 1 hat des weiteren ein Kopfteil 6 und ein Bodenteil 8, mit denen ein eine Schüttung 10 aufnehmender Zylinder 12 des Bioreaktors 1 stirnseitig verschlossen und in denen der Zulauf 2 bzw. der Ablauf 4 ausgebildet ist. Im Bioreaktor 1 sind desweiteren noch bestimmte Mikroorganismen vorhanden, auf die im folgenden eingegangen wird.

Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel besteht die Schüttung 12 aus einem oben liegenden Schüttungsabschnitt mit piezoelektrischen Füllkörpern 14 und einem weiteren, stromaufwärts liegenden Abschnitt, der aus etwa zylinderförmigen Permanentmagneten 16 gebildet ist. Die beiden Schüttungen aus Füllkörpern 14 und Permanentmagneten 16 sind jedoch nicht als Festbett ausgebildet sondern derart, dass eine gewisse Relativbeweglichkeit der Füllkörper 14 und Permanentmagneten 16 innerhalb des jeweiligen Abschnittes ermöglicht ist. D. h., die Schüttung ist sehr lose gepackt.

Figur 1 zeigt eine vergrößerte Darstellung eines im Bereich X aufgenommenen piezoelektrischen Füllkörpers 14.

Demgemäß ist der Füllkörper 14 etwa kugelförmig ausgebildet und hat einen Kern 18 aus einem Keramikmaterial mit piezoelektrischen Eigenschaften. An der Oberfläche dieses Materials entstehen bei einer Verformung der Kernmatrix unter Einwirkung mechanischer Kraft (Druck, Zug, Torsion) elektrische Ladungen oder umgekehrt, beim Anlegen einer elektrischen Spannung können mechanische Verformungen des Keramikmaterials festgestellt werden, die beispielsweise in der Mikrotechnik zur Steuerung von Bauelementen oder in der Druckertechnik zum Ausstoßen von Tinte ausgenutzt werden können.

Auf diesem Kern 18 aus Piezokeramik ist eine Beschichtung 20 aus Titanoxid ( $\text{TiO}_2$ ) aufgebracht. Die Schichtdicke liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 200 bis 1000nm - selbstverständlich sind auch andere Schichtdicken einsetzbar. Diese Beschichtung 20 wirkt als Schutzmantel, so dass toxische Bestandteile der Piezokeramik, wie beispielsweise Blei nicht in Wechselwirkung mit dem Abwasser gelangen.

Wie desweiteren in Figur 2 angedeutet ist, wird der Füllkörper 14 nach dem Aufbringen der Beschichtung 20 an zwei diametral zueinander angeordneten Bereichen gepunktet - d. h., die Beschichtung wird in diesen Bereichen 22, 24 punktförmig unterbrochen, so dass der Kern 8 in diesen punktförmigen Abschnitten Kontakt mit dem Abwasser hat. Diese Kontaktbereiche sind jedoch sehr klein ausgeführt, so dass keine das Abwasser belastende Wechselwirkungen mit der Piezokeramik auftreten können.

Figur 3 zeigt ein Detail Y des in Figur 1 dargestellten Kopfteils 6. Demgemäß hat dieses Kopfteil einen Aussenmantel 26 der eine Membran 28 umgreift. Diese kann beispielsweise aus Keramikmaterial hergestellt sein und hat eine aktive Porenweite, die es erlaubt, dass Wasserstoff ( $H_2$ ) durch die Membran 28 hindurch über Austrittsöffnungen 30 aus dem Bioreaktor 1 abgeführt werden können. Die Porenweite der Membran 28 ist jedoch zu gering, um Abwasser oder sonstige Inhaltsstoffe des Abwassers oder Mikroorganismen durch die Austrittsöffnungen 30 austreten zu lassen.

Durch diese Ausgestaltung des Bioreaktors 1 wird es ermöglicht, dass das Abwasser über den Ablauf 4 abgezogen wird, während bei der im folgenden noch näher beschriebenen biologischen Umsetzung entstehender Wasserstoff über die Membran 28 einer weiteren Verwendung zugeführt werden kann.

Wie bereits eingangs erwähnt, befindet sich in dem Bioreaktor 1 oder in dem eintretenden Abwasser eine biologische Mischkultur mit einer vorgegebenen Zusammensetzung. Einzelheiten dieser biologischen Mischkultur sind in der Anmeldung DE 100 62 812 beschrieben, auf die hiermit verwiesen sei. Zum besseren Verständnis werden nur die wesentlichen Bestandteile der Mischkultur erläutert. Diese enthält einen Anteil an photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen und einen Anteil an Leuchtbakterien oder ähnlich wirkenden, lichtemittierenden Mikroorganismen, die in einer breitbandigen biologischen Lösung gelöst sind und dem Abwasser zugefügt werden. Das in der vorgenannten Patentanmeldung beschriebene Wechselspiel zwischen den photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen und den Leuchtbakterien führt dazu, dass die photosynthetisch arbeitenden Bakterien durch die Leuchtbakterien zur

Photosynthese angeregt werden. Die Mikroorganismen betreiben die Photosynthese mit Schwefelwasserstoff und Wasser als Edukt und setzen Schwefel bzw. Sauerstoff frei. Ferner können sie Stickstoff sowie Phosphat binden und organische sowie anorganische Materie abbauen. Der Mischung sind des weiteren Mikroorganismen zugefügt, die während der mikrobiologischen Umsetzung Wasserstoff bilden.

Bevorzugt werden in der zugeführten mikrobiologischen Zusammensetzung photosynthetisch arbeitende Mikroorganismen, die fakultativ phototroph sind. Phototrophfakultativ bedeutet, dass die Mikroorganismen sowohl unter anaeroben Bedingungen im Licht als auch unter aeroben im Dunklen wachsen können.

Zu den Photosynthesebakterien gehören gramnegative aerobe stabförmige und kreisförmige Bakterien sowie grampositive kreisförmige Bakterien. Diese können Endosporen aufweisen oder ohne Sporen vorhanden sein. Dazu zählen beispielsweise auch grampositive Aktinomyceten und verwandte Bakterien.

In diesem Zusammenhang können auch stickstoffbindende Organismen genannt werden. Dazu gehören beispielsweise Algen, wie Anabena Nostoc in Symbiose mit Azola. Des weiteren können Aktinomyceten, z. B. Frankia in Symbiose mit Erlen und Bakterien, wie Rhizobium in Symbiose mit Leguminosen, erwähnt werden.

Außerdem können auch aerobe Algen, Azotobacter, methanoxidierende bakterien und Schwefelbakterien verwendet werden. Dazu zählen auch grüne Schwefelbakterien und braun-grüne Photosynthesebakterien. Hier können auch nicht violette Schwefelbakterien und violette Schwefelbakterien genannt werden.

Es ist bevorzugt, dass in der erfindungsgemäßen mikrobiologischen Zusammensetzung als fakultativ phototrophe Mikroorganismen, Prochlorophyten, Cyanobakterien, grüne Schwefelbakterien, Purpurbakterien, Chloroflexus-ähnliche Formen und Heliobakterium und Heliobacillus-ähnliche Formen enthalten sind. Die vorgenannten fakultativ phototrophen Mikroorganismen können auch als Mischungen aus zwei oder mehr davon vorliegen. In einer ganz besonderen Ausführungsform liegen alle sechs genannten Mikroorganismen als Mischung vor.

Das Licht, das die Photosynthese antreibt, stammt von den Leuchtbakterien, die als zweite essentielle Komponente in der mikrobiologischen Zusammensetzung der vorliegenden Erfindung enthalten sind. Diese Leuchtbakterien besitzen eine Leuchtkraft, d.h. sie sind in der Lage, Lichtquanten auszusenden. Es handelt sich hierbei um ein System, das enzymatisch abläuft. Als Beispiel kann hier das Luciferin-Luciferase-System genannt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind in der erfindungsgemäßen Mischung als Leuchtbakterien Photobacterium phosphoreum, Vibrio fischeri, Vibrio harveyi, Pseudomonas lucifera oder Beneckea enthalten. Es ist auch möglich, eine Mischung aus mindestens zwei daraus zu wählen.

Zur Optimierung der erfindungsgemäßen mikrobiologischen Zusammensetzung können weitere Bestandteile darin enthalten sein. Vorzugsweise sind solche Nebenbestandteile Pflanzenextrakte, Enzyme, Spurenelemente, Polysaccharide, Alginderivate, andere Mikroorganismen wie oben. Die Nebenbestandteile können

einzelnen oder in Kombination in der erfindungsgemäßen mikrobiologischen Zusammensetzung vorliegen. Die Pflanzenextrakte können beispielsweise Spitzwegerich enthalten.

Eventuell hinzugefügte Milchsäurebakterien dienen dazu, um pathogene Keime zu unterdrücken und den pH-Wert abzusenken.

Als Nährlösung für die erfindungsgemäße mikrobiologische Zusammensetzung wird im allgemeinen eine Lösung verwendet, die dazu beiträgt, dass die darin enthaltenen Bestandteile, insbesondere die Mikroorganismen, ohne weiteres darin leben können. Dabei kommt es insbesondere darauf an, dass die Wechselwirkung der Photosynthesebakterien und der Leuchtbakterien vollständig zum Tragen kommt. Es hat sich erwiesen, dass eine biologische Nährlösung mit Melasse, insbesondere Rohzuckermelasse oder Zuckerrübenmelasse als Hauptbestandteil geeignet ist.

Die photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen und die Leuchtbakterien liegen in der erfindungsgemäßen mikrobiologischen Zusammensetzung normalerweise in einem Verhältnis von 1 : 10 bis 1 : 500 vor. Ein bevorzugtes Verhältnis ist 1 : 100.

Bei der Durchströmung des Bioreaktors 1 mit dem Organik enthaltenden Abwasser lagern sich die Mikroorganismen bevorzugt an der Oberfläche der piezoelektrischen Füllkörper 14 ab. Es zeigte sich, da vermutlich durch die von den Leuchtbakterien abgegebene Strahlung die Titanoxidbeschichtung derart aktiviert wird, dass sich die Oberflächenspannung der die piezoelektrischen Füllkörper 6 umgebenden Substanz

verringert und diese sich gleichmäßig über die Oberfläche des Füllkörpers verteilen.

Es entsteht eine Art den Füllkörper 6 umgebender Biofilm, der im wesentlichen aus einer schleimartigen extracellulären polymeren Substanz (EPS) besteht, in der die Mikroorganismen eingebettet sind. Diese EPS verhindert ein Vordringen toxischer Substanzen im Abwasser (beispielsweise Schwermetalle) in das Zellinnere der Mikroorganismen. Die EPS wirkt des weiteren als Diffusionsbarriere, die ein ausdiffundieren von bei der biologischen Umsetzung benötigten Stoffen, wie beispielsweise Exoenzymen verhindert. Die EPS wirkt wie eine semipermeable Membran, die den Abbau der im Abwasser gelösten Organik unterstützt. Je nach Art der Mikroorganismen setzen sich diese bevorzugt im Bereich der Bereiche 22 oder 24 ab. Des weiteren verwenden Bakterien die in Symbiose mit anderen Arten leben, die EPS als Mittel, um in räumlicher Nähe zu diesen Bakterien bleiben zu können.

Aufgrund der verringerten Oberflächenspannung dieses Biofilms können sich auf der Oberfläche der Füllkörper praktisch keine im Abwasser enthaltenen Verunreinigungen ansetzen, da diese von dem Biofilm unterspült werden und dieser mit großer Adhäsionskraft an der Titanoxidschicht abgelagert ist.

Bei Einsatz der von der Anmelderin entwickelten Mischkultur sammeln sich im Biofilm Leuchtbakterien und photosynthetisch wirksame Bakterien an, so daß eine Art "Leuchtfilm" entsteht, der die piezokeramischen Füllkörper 6 umgibt.

Es zeigte sich, dass sich in einem Bereich 22 bevorzugt Mikroorganismen anlagern, die Elektronen aus

den Reduktionsäquivalenten ihrer Substrate gewinnen und auf andere Empfänger übertragen während sich am anderen Bereich 24 bevorzugt Mikroorganismen anlagern, die für den Stoffwechsel Inhaltsstoffe des Abwassers, beispielsweise molekularen Wasserstoff als Elektronenquelle reduzieren.??? D. h., es entstehen in den Bereichen 22 und 24 je nach Art des angelagerten Mikroorganismus ein Plus- und ein Minuspol, so dass praktisch jeder piezoelektrische Füllkörper 14 für sich eine Art "Dipol" darstellt. Die Feldlinien 32 dieses Mikrosystems sind in Figur 2 eingezeichnet, wobei die Wolke über den Bereichen 22, 24 die Mikroorganismen darstellt.

Es zeigte sich überraschenderweise, dass sich bei geeigneter Packung der Schüttung 10 die einzelnen piezoelektrischen Füllkörper 14 bei Umströmung mit Abwasser derart ausrichten, dass die Feldlinien im wesentlichen parallel zueinander laufen. Es stellt sich gemäß Figur 1 ein Magnetfeld ein, dessen Feldlinien 34 etwa den in Figur 1 dargestellten Verlauf haben. Demgemäß entsteht entlang des Bioreaktors 1 aufgrund der Ausrichtung der Füllkörper 14 ein Pluspol und ein Minuspol, so dass eine Spannung abgreifbar ist. Das entstehende Magnetfeld ist gemäß Messungen der Anmelderin derart stark, dass genügend Leistung vorhanden ist, um einen Elektromotor anzutreiben. D. h., dass während der biologischen Umsetzung der Organik des Abwassers über den Bioreaktor 1 entstehende Magnetfeld kann zum Antrieb eines elektrischen Verbrauchers, beispielsweise eines Elektromotors verwendet werden. Bei Abwasserreinigungsanlagen ist es dann besonders vorteilhaft wenn diese Energie genutzt wird, um Rührer, Rechen, Förderorgane oder sonstige Apparate der Abwasserreinigungsanlage zu betreiben.

Die im unteren oder oberen Teil der Schüttung angeordneten Permanentmagneten 16 sorgen zum einen dafür, dass aufgrund ihrer scharfkantigen Ausgestaltung eine turbulente Strömung innerhalb des Bioreaktors 1 vorliegt, des weiteren werden durch dieses permanentmagnetische Feld bestimmte Mikroorganismen zum Wachstum zusätzlich angelegt.

Wie bereits vorstehend erwähnt, werden einige Mikroorganismen eingesetzt, die gasförmigen Wasserstoff als Zwischen- oder Endprodukt bilden. Einschub: Derartiger Wasserstoff entsteht beispielsweise bei der Photokatalyse, wobei Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) reduziert und Wasserstoff und Schwefel freigesetzt wird. Dieser gasförmige Wasserstoff kann durch die Membran 28 und die Austrittsöffnungen 30 hindurch aus dem Bioreaktor 1 austreten und wird durch eine geeignete Abführeinrichtung abgeführt und energetisch genutzt. So ist es beispielsweise möglich, diesen im Bioreaktor 1 gewonnenen Wasserstoff in einer Brennstoffzelle energetisch zu verwerten.

Der vorbeschriebene Bioreaktor lässt sich somit zweifach nutzen, wobei entstehende Gase und auch ein entstehendes Kraftfeld zur Erzeugung elektrischer oder mechanischer Energie ausgenutzt werden.

Offenbart ist eine mikrobiologische Energiequelle zum Antrieb eines elektrischen oder mechanischen Verbrauchers, wobei in einem Bioreaktor zumindest ein piezoelektrisch oder ähnlich wirkender Füllkörper aufgenommen ist. Dieser Bioreaktor wird mit Abwasser durchströmt, und enthält eine Mischung von Mikroorganismen, die aufgrund des mikrobiologischen Abbaus von im Abwasser enthaltener Organik im Bioreaktor einen Plus- und einen Minuspol der Energiequelle bilden.

1	Bioreaktor
2	Zulauf
4	Ablauf
6	Kopfteil
8	Bodenteil
10	Schüttung
12	Zylinder
14	piezoelektrischer Füllkörper
16	Permanentmagnet
18	Kern
20	Beschichtung
22	gepunkteter Bereich
24	gepunkteter Bereich
26	Aussenmantel
28	Membran
30	Austrittsöffnung
32	Feldlinien

### Ansprüche

1. Mikrobiologische Energiequelle zum Antrieb eines Verbrauchers, vorzugsweise eines Elektromotors, gekennzeichnet durch einen Bioreaktor (1), mit zumindest einem piezoelektrisch oder ähnlich wirkenden Füllkörper (14), wobei der Bioreaktor (1) Mikroorganismen enthält, die beim Durchströmen des Bioreaktors mit Abwasser aufgrund des mikrobiologischen Abbaus vom im Abwasser enthaltener Organik am Füllkörper (14) eine Potentialdifferenz ausbilden, so dass eine Spannung zum Betrieb einer Arbeitsmaschine abgreifbar ist.
2. Energiequelle nach Patentanspruch 2, wobei im Bioreaktor (1) eine Schüttung aus Füllkörpern (14) aufgenommen ist.
3. Energiequelle nach Patentanspruch 2, wobei jeder Füllkörper (14) kugelförmig ausgebildet ist und mit einer Beschichtung (20) versehen ist, die an zwei gegenüberliegenden Bereichen (22, 24) unterbrochen ist.
4. Energiequelle nach Patentanspruch 3, wobei die Beschichtung (20) Titanoxid enthält.
5. Energiequelle nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei im Bioreaktor (1) eine Schüttung aus Permanentmagneten (16) vorgesehen ist.
6. Energiequelle nach Patentanspruch 5, wobei die Permanentmagneten (16) zylinderförmig ausgebildet sind.

7. Energiequelle nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei die Füllkörper (14) derart angeordnet sind, dass sie eine Relativbewegung zueinander ausführen können.
8. Energiequelle nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, mit einer Einrichtung zum Abführen von bei der biologischen Umsetzung entstandenem Wasserstoff.
9. Energiequelle nach Patentanspruch 8, wobei der Wasserstoff über eine Membran (28) abführbar ist, die einen Wandungsabschnitt des Bioreaktors 1 ausbildet.
10. Energiequelle nach Patentanspruch 8 oder 9, wobei Mikroorganismen vorhanden sind, die bei der biologischen Umsetzung der Organik des Abwassers Wasserstoff als Zwischen- oder Endprodukt bilden.

1/2

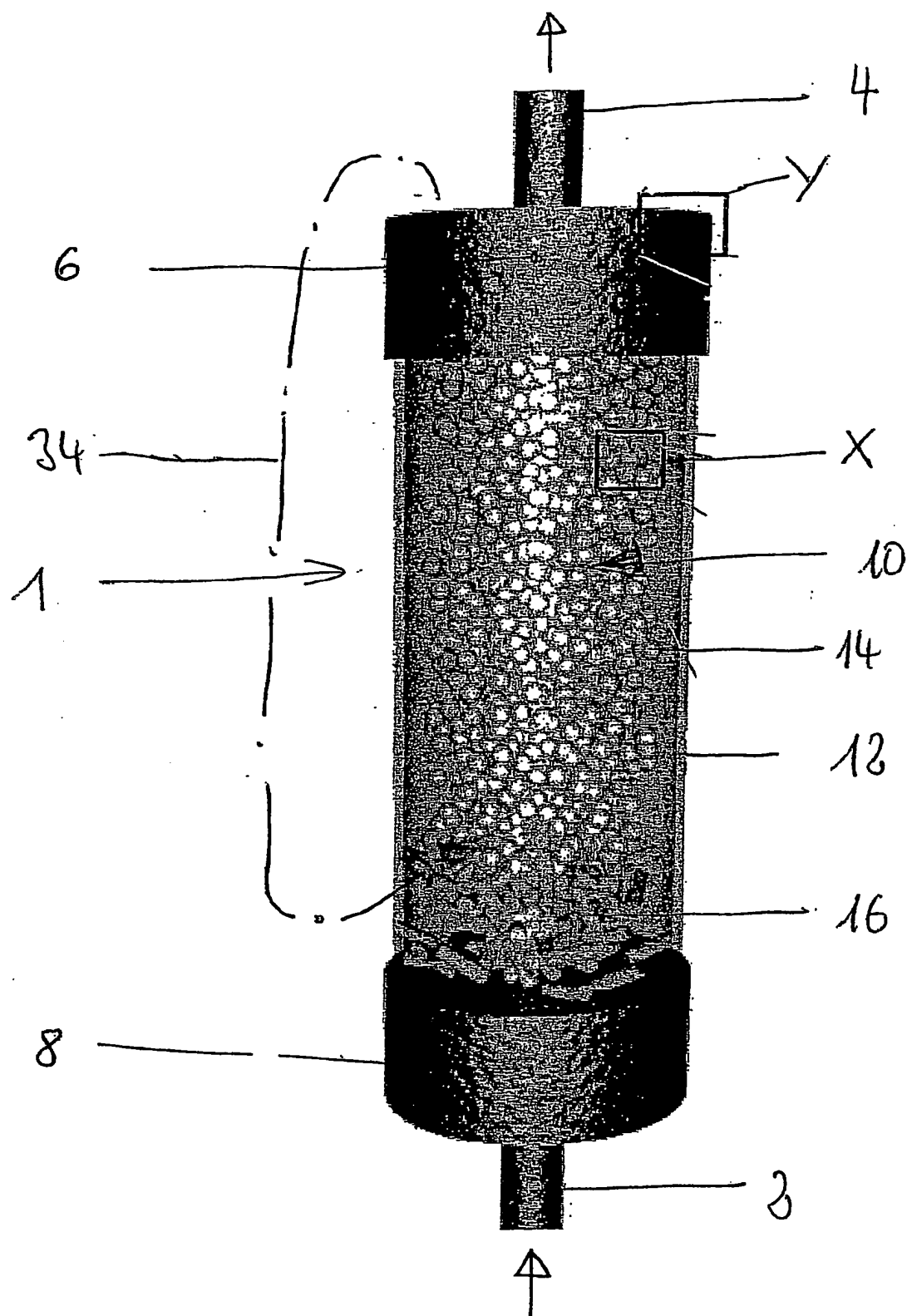
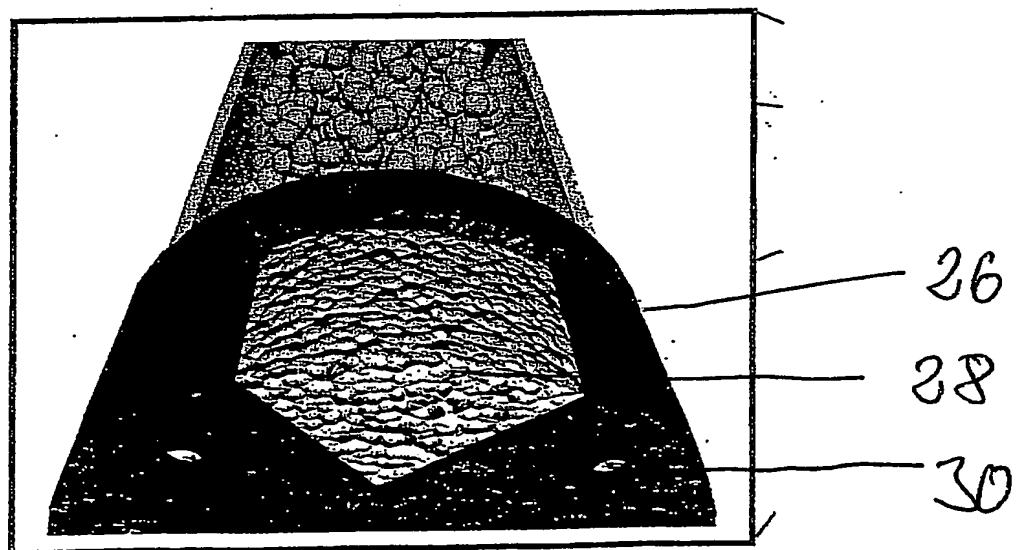
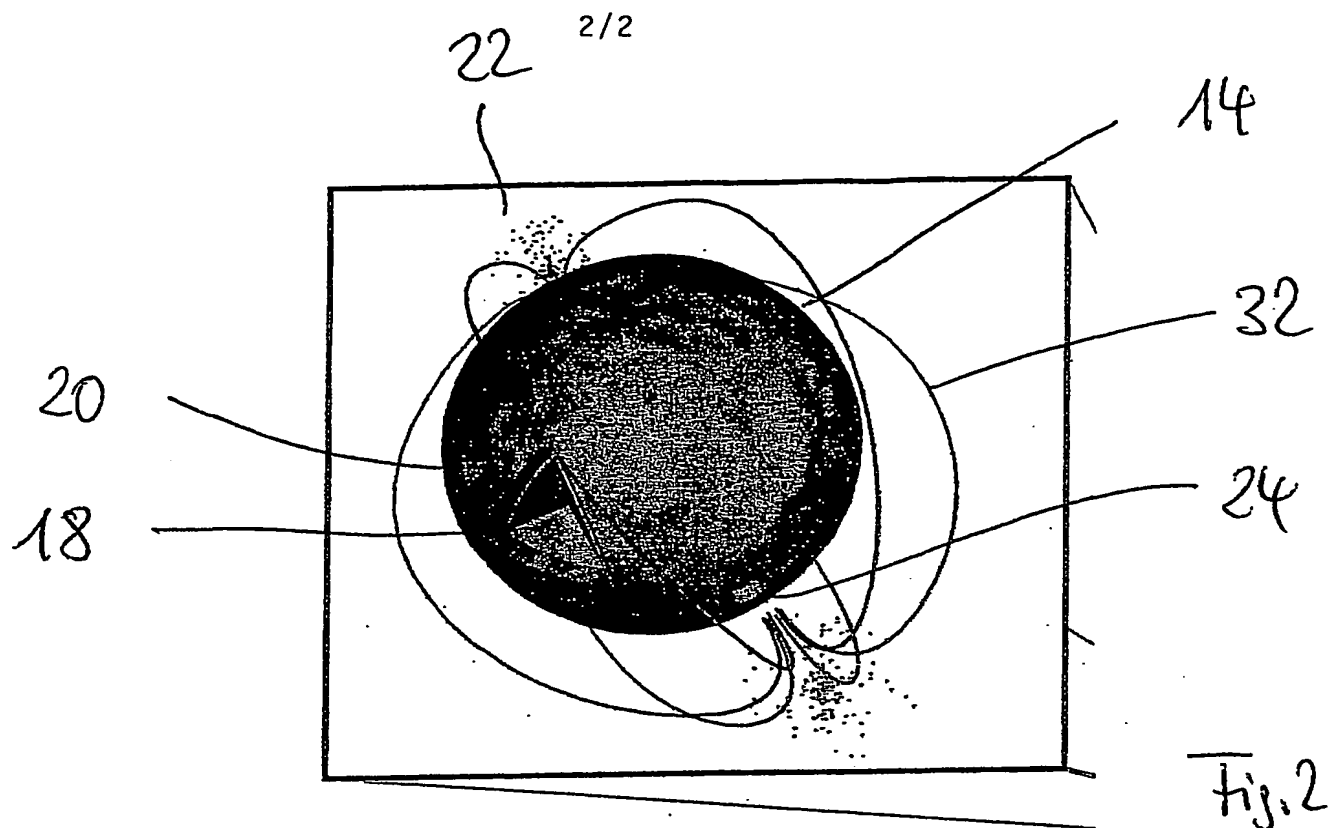


Fig. 1



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
5. Juni 2003 (05.06.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/045848 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C02F 3/10,  
H02N 11/00, C04B 35/46

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04295

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. November 2002 (22.11.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10157191.7 23. November 2001 (23.11.2001) DE

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): GEORG FRITZMEIER GMBH & CO. [DE/DE]; Forststrasse 2, 85655 Grosshelfendorf (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): UPHOFF, Christian [DE/DE]; Kampenwandstrasse 100, 83229 Aschau i. Chmg. (DE).

(74) Anwalt: WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER RÖSS KAISER POLTE KAISER POLTE-PARTNER-SCHAFT-; Bavariaring 10, 80336 München (DE).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts: 28. August 2003

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MICROBIOLOGICAL ENERGY SOURCE FOR OPERATING A CONSUMER

(54) Bezeichnung: MIKROBIOLOGISCHE ENERGIEQUELLE ZUM ANTRIEB EINES VERBRAUCHERS

(57) Abstract: The invention relates to a microbiological energy source for operating an electrical or mechanical consumer. According to the invention, at least one piezoceramic filler agent, or a filler agent that acts in a similar manner, is housed in a bioreactor. Waste water flows through said bioreactor and the latter contains a mixture of microorganisms, which form a positive and a negative pole of the energy source as a result of the microbiological degradation of the organic matter contained in the waste water against the bioreactor.

(57) Zusammenfassung: Offenbart ist eine mikrobiologische Energiequelle zum Antrieb eines elektrischen oder mechanischen Verbrauchers, wobei in einem Bioreaktor zumindest ein piezokeramisch oder ähnlich wirkender Füllkörper aufgenommen ist. Dieser Bioreaktor wird mit Abwasser durchströmt, und enthält eine Mischung von Mikroorganismen, die aufgrund des mikrobiologischen Abbaus von im Abwasser enthaltener Organik am Bioreaktor einen Plus- Und einen Minuspol der Energiequelle bilden.

WO 03/045848 A3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 02/04295

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C02F3/10 H02N11/00 C04B35/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C02F H02N C04B C12M C12N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC, BIOSIS

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 987 068 A (TROESCH WALTER ET AL) 22 January 1991 (1991-01-22)	1
Y	column 1, line 7 - line 10 column 2, line 39 - line 41 ----	5,8,10
X	DE 195 14 931 A (DAMANN FRANZ JOSEF) 24 October 1996 (1996-10-24)	1
Y	column 4, line 26 - line 41 ----	5,8,10
A	DE 43 45 148 A (SCHNORR WOLFGANG) 22 December 1994 (1994-12-22) column 8, line 21 - line 27 ----- -/-	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 July 2003

Date of mailing of the international search report

16/07/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Beckmann, O

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 02/04295

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 08, 29 August 1997 (1997-08-29) & JP 09 099291 A (GOLD KOSAN KK), 15 April 1997 (1997-04-15) abstract	5
A	----- JUNG J ET AL: "ENCHANCEMENT OF PHENOL BIODEGRADATION BY SOUTH MAGNETIC FIELD EXPOSURE" JOURNAL OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY. (INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOTECHNICAL AND CHEMICAL PROCESSES), ELSEVIER APPLIED SCIENCE PUBLISHERS. BARKING, GB, vol. 70, no. 3, 1 November 1997 (1997-11-01), pages 299-303, XP000750797 ISSN: 0268-2575 abstract	5
Y	----- US 5 464 539 A (OOTSUKA SEIJI ET AL) 7 November 1995 (1995-11-07) column 2, line 57 - line 58 column 2, line 46 - line 49	8,10
A	----- EP 0 210 493 A (BAYER AG) 4 February 1987 (1987-02-04) column 2, line 39 - line 48	4
P,X	----- DE 101 18 839 A (FRITZMEIER GEORG GMBH & CO) 24 October 2002 (2002-10-24) the whole document -----	1-7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 02/04295

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4987068	A	22-01-1991	DE 3639153 A1 AT 75217 T AU 605199 B2 AU 8123187 A BR 8706141 A CA 1301687 C CN 87107298 A ,B EP 0274587 A1 FI 875043 A ,B, JP 2706075 B2 JP 63229144 A	26-05-1988 15-05-1992 10-01-1991 19-05-1988 21-06-1988 26-05-1992 31-08-1988 20-07-1988 16-05-1988 28-01-1998 26-09-1988
DE 19514931	A	24-10-1996	DE 19514931 A1	24-10-1996
DE 4345148	A	22-12-1994	DE 4223577 A1 DE 4345148 A1	20-01-1994 22-12-1994
JP 09099291	A	15-04-1997	NONE	
US 5464539	A	07-11-1995	JP 2657763 B2 JP 7075588 A	24-09-1997 20-03-1995
EP 0210493	A	04-02-1987	DE 3526180 A1 DE 3683207 D1 EP 0210493 A2 JP 62027036 A	05-02-1987 13-02-1992 04-02-1987 05-02-1987
DE 10118839	A	24-10-2002	DE 10118839 A1	24-10-2002

PCT/DE 02/04295

A. KLASSE FÜR DEN ANMELDUNGSGEGENSTAND  
IPK 7 C02F3/10 H02N11/00 C04B35/46

IPK 7 C02F H02N C04B C12M C12N

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC, BIOSIS

## Beckmann, 0

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 08, 29. August 1997 (1997-08-29) & JP 09 099291 A (GOLD KOSAN KK), 15. April 1997 (1997-04-15) Zusammenfassung	5
A	JUNG J ET AL: "ENCHANCEMENT OF PHENOL BIODEGRADATION BY SOUTH MAGNETIC FIELD EXPOSURE" JOURNAL OF CHEMICAL TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY. (INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOTECHNICAL AND CHEMICAL PROCESSES), ELSEVIER APPLIED SCIENCE PUBLISHERS. BARKING, GB, Bd. 70, Nr. 3, 1. November 1997 (1997-11-01), Seiten 299-303, XP000750797 ISSN: 0268-2575 Zusammenfassung	5
Y	US 5 464 539 A (OOTSUKA SEIJI ET AL) 7. November 1995 (1995-11-07) Spalte 2, Zeile 57 - Zeile 58 Spalte 2, Zeile 46 - Zeile 49	8,10
A	EP 0 210 493 A (BAYER AG) 4. Februar 1987 (1987-02-04) Spalte 2, Zeile 39 - Zeile 48	4
P,X	DE 101 18 839 A (FRITZMEIER GEORG GMBH & CO) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) das ganze Dokument	1-7

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/04295

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4987068	A	22-01-1991	DE 3639153 A1	26-05-1988
			AT 75217 T	15-05-1992
			AU 605199 B2	10-01-1991
			AU 8123187 A	19-05-1988
			BR 8706141 A	21-06-1988
			CA 1301687 C	26-05-1992
			CN 87107298 A , B	31-08-1988
			EP 0274587 A1	20-07-1988
			FI 875043 A , B,	16-05-1988
			JP 2706075 B2	28-01-1998
			JP 63229144 A	26-09-1988
DE 19514931	A	24-10-1996	DE 19514931 A1	24-10-1996
DE 4345148	A	22-12-1994	DE 4223577 A1	20-01-1994
			DE 4345148 A1	22-12-1994
JP 09099291	A	15-04-1997	KEINE	
US 5464539	A	07-11-1995	JP 2657763 B2	24-09-1997
			JP 7075588 A	20-03-1995
EP 0210493	A	04-02-1987	DE 3526180 A1	05-02-1987
			DE 3683207 D1	13-02-1992
			EP 0210493 A2	04-02-1987
			JP 62027036 A	05-02-1987
DE 10118839	A	24-10-2002	DE 10118839 A1	24-10-2002

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**